



万国数据液冷机房智能运维实践分享
暨《冷板液冷系统智能运维技术规范》发布

杜伟

万国数据服务有限公司

暖通专家&液冷智维专家



万国数据液冷机房智能运维实践分享 暨《冷板液冷系统智能运维技术规范》发布

杜伟

万国数据服务有限公司
暖通专家&液冷智维专家



No.1

中立第三方
数据中心运营商 (1)

78座

运营中自建数据中心 (2)

12个

BOT项目 (3)

8座

在建大型数据中心 (4)

备注:

1. 来源《IDC咨询2022年中国IDC服务市场研究报告》;《中科智道2022-2023年中国IDC行业发展研究报告》
2. 数据来自公司2025年第四季度财报
3. 自2021年第三季度起,公司已修订历史运营指标,包括所有未包括在先前报告期间的建设-经营-移交(「B-O-T」)合资数据中心
4. 数据来自公司2025年第四季度财报

中国领先的中立第三方 数据中心运营商与服务商

万国数据(NASDAQ: GDS; HKEX: 9698)于2001年成立,拥有25年安全可靠的数据中心托管及管理服务经验,全面领先的运营管理体系,业界最卓越的服务口碑;

我们服务的客户包括超大型的云服务提供商、大型互联网公司、金融机构、电信运营商、IT服务提供商,以及国内大型私营企业和跨国公司。



NASDAQ: GDS



HKEX: 9698

算力框定AI芯片智能化上限

散热决定着 AI芯片的使用寿命&稳定性

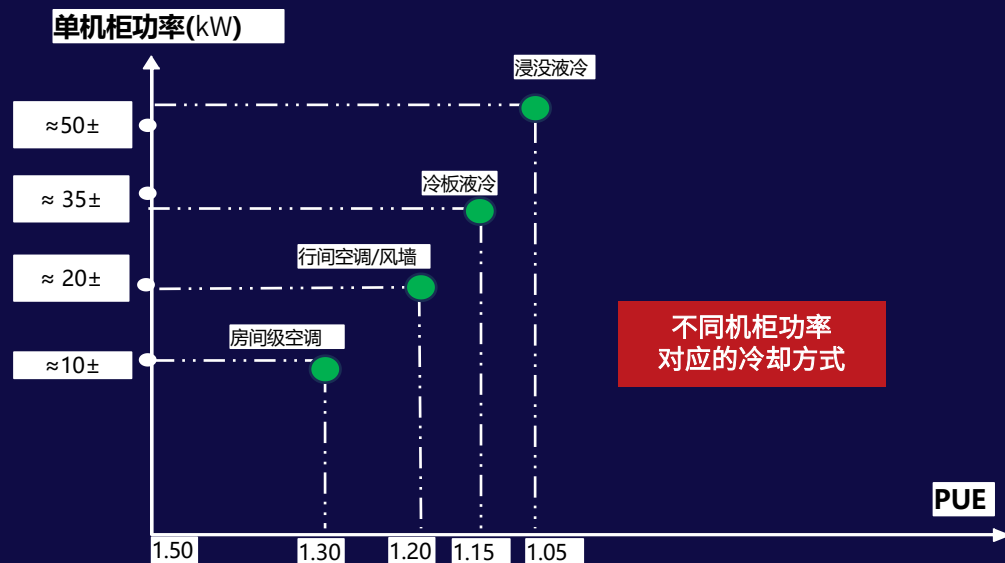
绿色低碳&安全高效的冷板液冷，是兼容当前服务器较为稳妥且兼具性价比的成熟方案



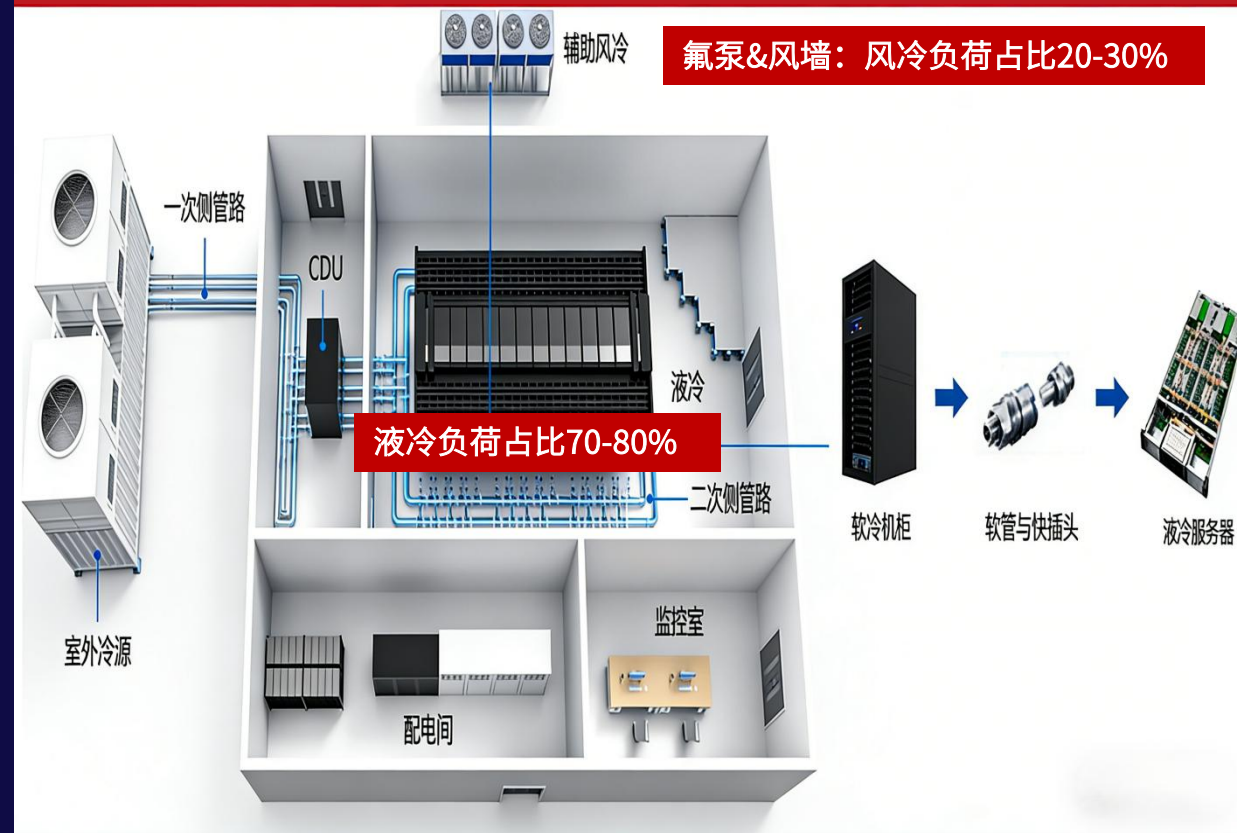
散热技术趋势

序号	指标名称	指标占比	冷板式	浸没式	喷淋式
			纯水/醇类混合液	氟化液 冷却油	氟化液
1	液冷组件成本	20分	18	10	10
2	质量控制难易	10分	7	8	6
3	机房配套难易	10分	9	7	5
4	批量部署难易	15分	8	6	7
5	运维便捷性	15分	14	10	12
6	散热能力	10分	7	9	6
7	节能特性	10分	7	10	9
8	升级改造难易	10分	9	6	7
得分合计		100分	79	66	62

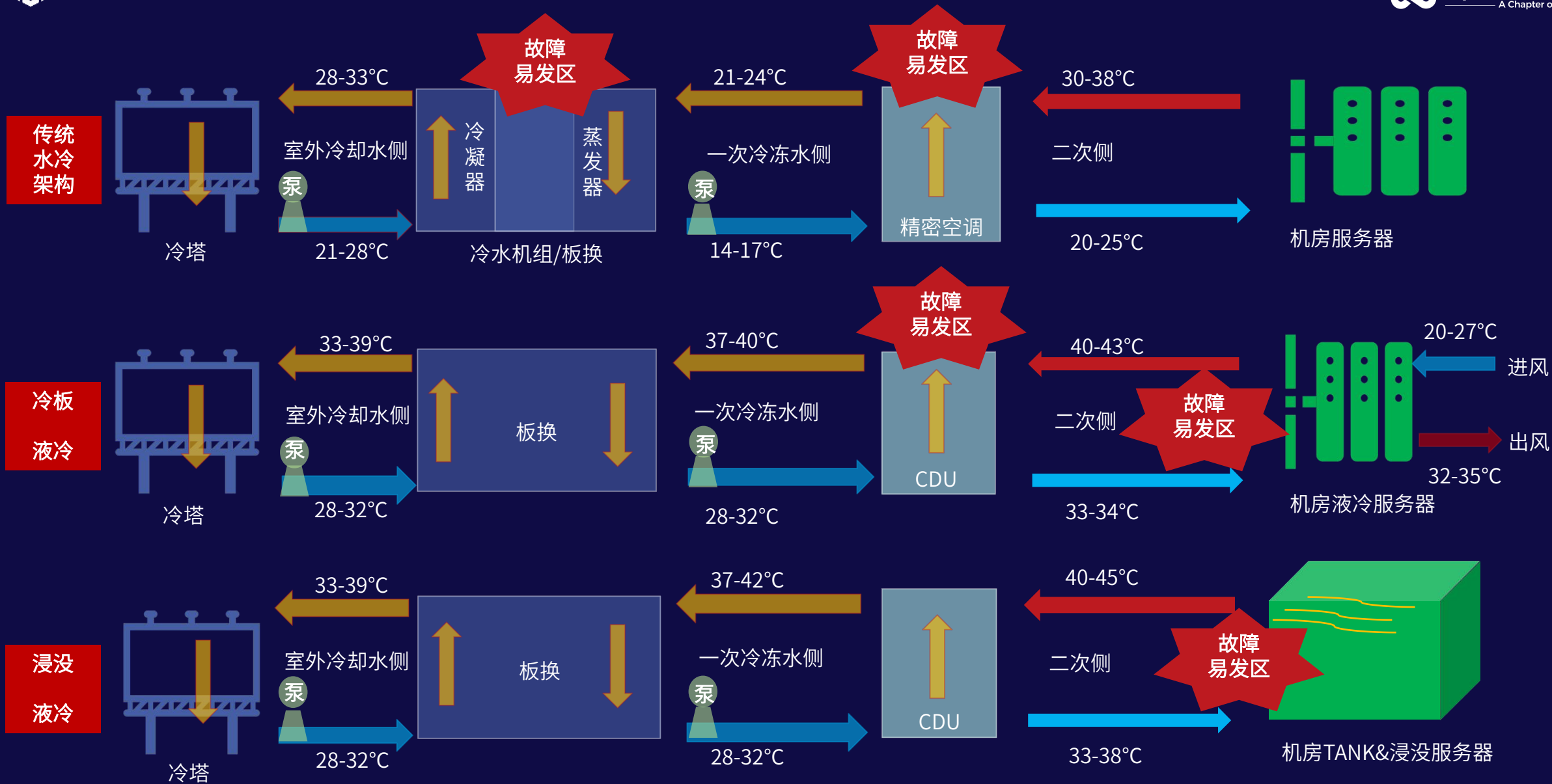
中国信通院《2025 年数据中心液冷技术与产业发展白皮书》数据：
目前市场占有率：冷板式78%左右、浸没式18%左右、喷淋式5%左右



冷板液冷机房系统示意图



市场不同制冷架构综合对比





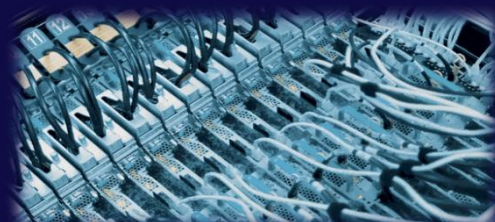
华北地区：
【冷板式】7年
【浸没式】4年

华东地区：
【冷板式】5年

冷板式液冷



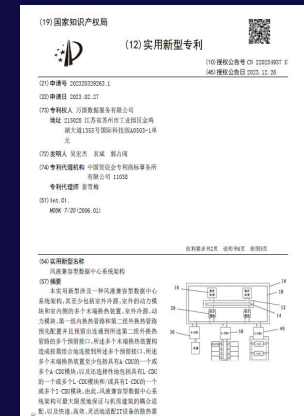
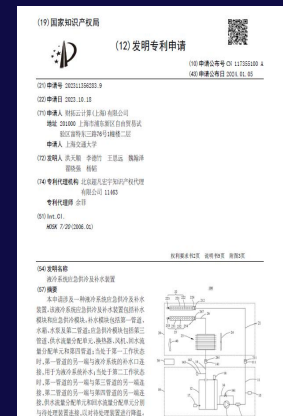
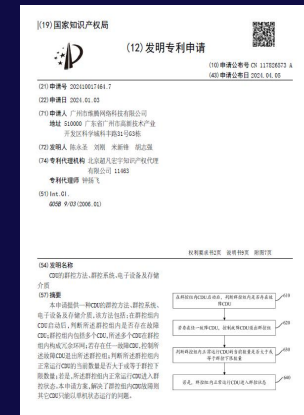
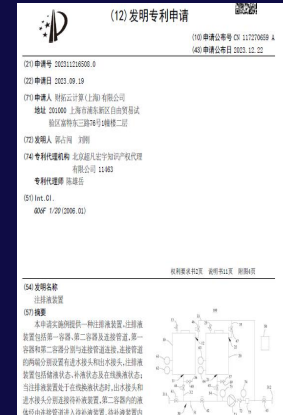
浸没式液冷



- ◆ 去离子水+25~30%乙二醇混合溶液
- ◆ 纯水+二次侧养护药剂

- ◆ 3M氟化液【FC-40】

发明专利(部分)



序号	GDS相关液冷专利概况【部分】
1	一种数据中心漏液检测系统和方法
2	一种稳压装置系统和用于运行稳压装置的方法
3	一种液冷测试实验设备
4	一种数据中心移动补液补冷装置
5	一种用于冷却系统的循环装置

在历经7年以上液冷系统使用经验基础上，我司申请多项创新发明专利；

设计建设阶段



系统架构

- ◆ 一次侧架构&二次侧流道
- ◆ 机房布局&风液比&高架地板



CDU&二次环路

- ◆ 单体逻辑&组间群控，可维护性&组内外冗余
- ◆ 环路测点&阀件密封选型选材
- ◆ 冲洗&密封



二次侧介质选择

- ◆ 安全&可靠兼容&环保
- ◆ 比热容&粘度

日常运维阶段



介质管控治理

- ◆ 在线/离线双维治理，指标趋势分级&实时纠偏
- ◆ 在线置换&旁滤，测点校准&三方检测，药剂兼容



分期上架把控

- ◆ 保压&补液，严防漏液&污染
- ◆ 利旧服务器，接口卡箍密封



漏液风险&应急

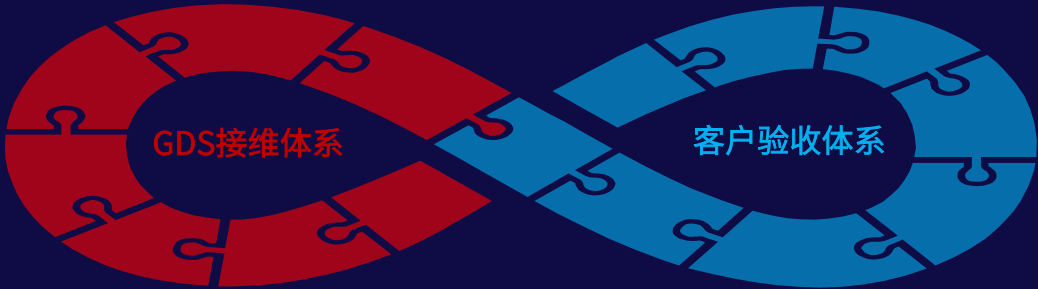
- ◆ 合规收敛：流程级 → 操作级管控
- ◆ 关键阈值&排障场景秒级定位
- ◆ 标准化传感测点&工具，极限介入性温升延缓

GDS液冷接维交付概要

GDS专业接维测试团队&纵向技术条线

100+DC建设接维经验

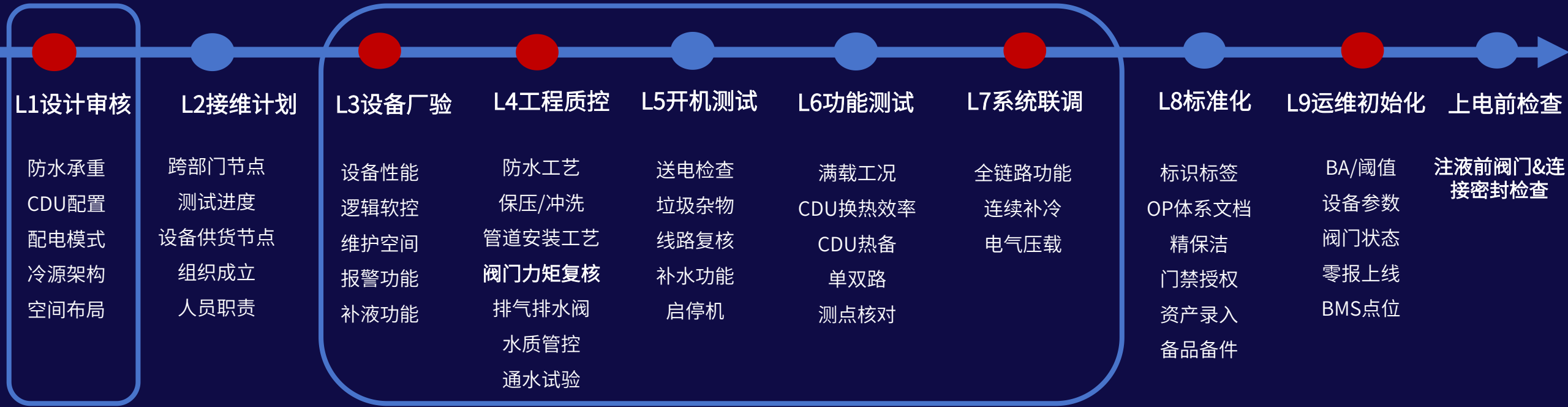
历史风险雷达覆盖&全周期过程测试结果见证



万国测试体系



客户验收体系



下面着重介绍L1，L3-L7环节

CDU&管材厂验关键点

物理层面：CDU尺寸、路由结构及维护空间、阀门部件材质、接管方向等；

软控层面：CDU内置参数界面优化/群控功能、水泵加减频&电动阀逻辑、补液测试；

电气层面：接地电阻测量、绝缘试验等；

设计选型：设计工况下换热性能、CDU进出水压阻、水泵流量及扬程复核等；

二次侧管材：管材&焊缝检验、压力试验（气密+水密）、Manifold氦检、Manifold快接头插拔泄漏&锁紧力矩测试&排气阀功能测试；

接维交付&管控关键点

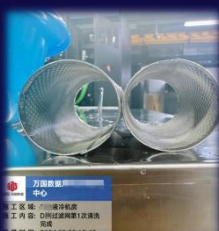
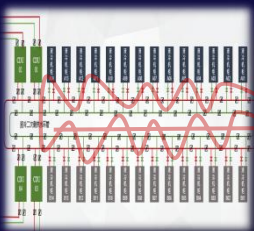
物理&建筑：防水工艺、排水通球试验等；

管道&水质：管道路由、安装工艺、冲洗保压、水质置换标准&滤网、阀门力矩复核等；

逻辑&告警：CDU双电源切换、补液功能、CDU缺液&漏液告警、动环点位核对等；

设备性能：换热效率、阀门反馈、加减载、气流组织等

L4工程质控：施工次序及卡点

防水及闭水试验	管道安装工艺	阀门力矩复核	二次管网保压	二次环网冲洗	单双边带载	逻辑测验	漏水绳铺设优化	透明地板优化	动环点位核对
至少进行2次闭水试验： ◆ 在防水层施工后一次闭水 ◆ 保护层及地板支架安装完成后二次闭水	管网路由核对 垫片螺栓力矩核对 	法兰紧固完成 划线标识 	满足保压标准 	冲洗过程不带 CDU，外置水泵 循环 	环路及单边水力 平衡测试：流量 分配能力	冷塔功能测试 水泵功能测试 CDU功能测试	定位式漏水绳优化 	便于日常巡视 	



系统&平台

- ◆ 非紧急类：趋势类【板换换热效率/堵塞程度/电导率波动】
- ◆ 紧急类：供液温度T / 供回压力P / 压差 ΔP / 漏液告警监测
【配置液冷核心场景零报系统上线】
- ◆ 配置液冷场景化智能排障，智能识别系统风险



实操&迭代

- ◆ 二次侧应急补水补充 (RO水)
- ◆ 故障程序优化 (CDU群控)
- ◆ CDU供电架构优化
- ◆ CDU稳压罐优化
- ◆ 针对性实操强训
- ◆ 特殊场景演练跑位
- ◆ 强合规流程

《冷板液冷系统智能运维技术规范》

发布&解读





在线监测与智能化标准



日常维护监测内容与技术细节



介质回收储存及废液处置流程



运维工具分类与标准化



体系文档管理的意义与参考



指导意义

- ◆ 建立单相冷板液冷系统运维**基础指导范本**
- ◆ **提高行业运维下限**，带动**提升&补全**行业运维**能力及盲区**
- ◆ 明确关键注意技术&参数点



填补空白

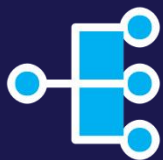
- ◆ 解决液冷系统“新”和“技术迭代快”带来的挑战
- ◆ 弥补单相冷板液冷运维**技术标准空白**



目标：

迎合行业技术迭代诉求，持续对齐行业技术导向，健全夯实液冷运维基石，推动冷板液冷技术健康发展；

多层次监控系统架构



- ◆ 上位监控平台 (BMS/DCIM)技术细节
- ◆ CDU 控制系统的技术细则
- ◆ BMS集成传感测点设置标准化要求
- ◆ 独立漏液防护控制系统的技术说明概述

关键监控测点



- ◆ 在线监测：温度/压力/流量/液位/电导率/pH值/漏液检测等。
- ◆ 离线检测：金属离子/微生物/缓蚀剂浓度等

智能化实现标准



- ◆ 实时数据采集与趋势可视化
- ◆ 故障预警与自动告警机制
- ◆ 基于数据集AI运行调优与预测维护
- ◆ 应急处置流程自动化执行相关说明

通过全面感知与智能控制，实现液冷系统的高效、安全运维



运维体系搭建指导

- ◆ 冷板液冷OP体系搭建框架
- ◆ 细化SOP涵盖操作场景及EOP应急场景
- ◆ 规范CDU本体&二次侧相关部件维护细节/频次



二次侧介质兼容属性&不同介质指标定义

- ◆ 不同介质溶液优缺点
- ◆ 定义介质指标参考范围：pH值/电导率/浊度/总铜/总铁等
- ◆ 不同指标监测机制区别【在线/离线】



液冷管路及附属部件简介及管控指导

- ◆ 二次侧管&材相关使用技术标准约定
- ◆ 二次侧不同湿材料对介质兼容性说明

关键指标评价体系



纳入介质指标趋势类雷达

- ◆ 示例：总铜/总铁：季度增量<0.1mg/L



介质离线监测项目执行标准

- ◆ 具有CMA/CNAS等相关资质实验室
- ◆ 报告加盖CMA/CNAS章/可追溯编号



微生物控制

定期监测菌落总数，防止生物膜形成导致的堵塞与热交换效率下降。

介质储存&使用&废液处置：相关流程标准化指导



组织职责分工指导

规范指责范围



工质液储存/泄露指导

分类/分区/台账/全流程



泄露应急/检测评估

应急/EHS



废液处置程序指导

废液处置与实施意义



废液处置核心要求

- ◆ 分类收集：根据性质分类，严禁混装交叉污染
- ◆ 专业处理：委托具备资质的专业环保机构处置
- ◆ 合规溯源：严格遵守法规，确保处置过程可追溯



规范实施多维价值

- ◆ 降本增效：合格介质回收复用，降低运营采购成本
- ◆ 绿色环保：规范处置避免环境污染，践行ESG责任
- ◆ 安全保障：标准化操作降低人员接触风险与设备故障

接维工具

- ◆ 接维测试过程的防护工具说明
- ◆ 测试期间二次管路循环冲洗工具说明
- ◆ 测试期间循环溶液说明

运维工具



便携式电导率仪



pH计/电导率仪



液体颗粒计数器

运维工具清单如下：

工具名称	备注
标准型	CO ₂ 二次管路专用
标准型	CO ₂ 管路专用
标准型(带冲洗)	CO ₂ 二次管路专用
标准型	CO ₂ 二次管路专用
标准型	CO ₂ 二次管路专用
标准型	CO ₂ 二次管路专用
标准型	CO ₂ 二次管路专用
标准型	CO ₂ 二次管路专用
标准型	CO ₂ 二次管路专用
标准型	CO ₂ 二次管路专用

备注：专用力矩扳手、快速接头、无油空压机等

安全工具



防护眼镜/手套
防止工质液接触皮肤和眼睛。



专业防护服
提供全身防护，应对突发泄漏。

安全第一 · 规范操作

“工欲善其事，必先利其器” —— 标准化的工具配置是高效、安全运维的核心保障。

文档管理相关指导说明



冷板液冷介质运维异常指标处置等级分类



液冷核心设备台账指导



冷板液冷巡检记录指导



冷板液冷介质检测记录指导

核心参考文档类型



相关参考规范说明



检查清单：液冷机房交付核对技术清单说明



核心总结



标准化：提升液冷系统运维标准化水平，建立行业基础范本。



智能化：强调在线监测与智能控制，实现预测性维护和自动化处置。



安全性：从监测、维护、工具到文档，全方位保障系统和人员安全。



可落地性：提供具体的技术细节和操作指导，确保规范切实落地。



未来展望

- ◆ 更高自动化：深度自动化控制，大幅减少人工干预成本。
- ◆ 预测性维护：基于AI精准预测设备故障和性能衰退，实现故障精准预测与干预。
- ◆ AI驱动运维：智能优化策略，平衡能耗与性能最优解。

助力数据中心高效运行，共建绿色低碳未来

THANK YOU

